Aus dem chemischen Laboratorium des physiologischen Instituts
zu Breslau.

Lane Medical Library

Beiträge
zur
Kenntniss der thierischen Fette.

Inaugural-Dissertation
und
Thesen,

welche mit Genehmigung der

Medicinischen Facultät der Königl. Universität Breslau

zur Erlangung der

Doctorwürde in der Medicin, Chirurgie und Geburtshülfe

Mittwoch, den 2. März 1898, Mittags 1 Uhr

im Musiksaale der Universität

öffentlich vertheidigen wird

Wilhelm Lummert,
prakt. Arzt.

Opponenten:

Drd. med. **Conrad Wurst**, Volontärarzt am Conventhospital der Barmherzigen Brüder.

Dr. med. **Conrad Kern**, Unterarzt im 4. N.-S. Inf.-Regt. Nr. 51.

Bonn 1898.

Sonder-Abdruck aus dem Archiv für die gesammte Physiologie. Band 70.
Verlag von Emil Strauss.

Zum Druck genehmigt auf Antrag des Referenten, Herrn Geheimrath
Professor Dr. Alfred Kast.

Seinen lieben Geschwistern.

Vor Beginn der Arbeit erfülle ich die angenehme Pflicht, Herrn Professor Dr. F. Röhmann meinen ergebensten Dank auszusprechen für die Anregung zu dieser Arbeit, sowie für die wohlwollende und gütige Unterstützung bei Fertigstellung derselben.

(Aus dem chemischen Laboratorium des physiologischen Instituts zu Breslau.)

Beiträge zur Kenntniss der thierischen Fette.

Von

W. Lummert.

A) Ueber die Fette des Fettgewebes vom Hunde.

Das Fett, welches in dem Fettgewebe des Thierkörpers enthalten ist, stammt in erster Linie aus dem Fette der Nahrung. Wenn nach vorausgegangenem Hunger die Fettdepots entleert sind, dann sammelt sich nach den bekannten Versuchen von A. Lebedeff[1]) und und J. Munk[2]) bei Fütterung mit verschiedenartigen Fetten (Leinöl, Hammeltalg, nach Versuchen, welche G. Rosenfeld im hiesigen Laboratorium angestellt hat, auch Cocosbutter) in diesen ein Fett an, welches in seinen Eigenschaften eine weitgehende Uebereinstimmung mit den gefütterten Fetten zeigt.

Es bildet sich aber auch Fett im Organismus. Eine Bildung von Fett aus Eiweiss ist bisher nicht mit Sicherheit erwiesen und, wenn vorhanden, so kann sie, soweit wir bisher wissen, nie zu einer nennenswerthen Ablagerung von Fett in den Fettdepots führen. Wir werden desshalb in unsern späteren Betrachtungen auf die Bildung von Fett aus Eiweiss keine Rücksicht nehmen. Dagegen liefern bei den verschiedensten Thieren unter geeigneten Bedingungen der Ernährung die Kohlehydrate einen erheblichen Theil des im Fettgewebe deponirten Fettes.

Dieser Process ist von besonderer Bedeutung für den Pflanzenfresser, welcher in seiner Nahrung im Verhältniss zu den Kohlehydraten nur wenig Fett aufnimmt. Und auch dieses Fett ist in den Pflanzen vielleicht zum grössten Theil aus Kohlehydraten entstanden. Der Fleischfresser begnügt sich im Allgemeinen mit dem Fett, das er im Fleisch und Fett des Pflanzenfressers vorfindet. Aber auch er besitzt die Fähigkeit, Fett aus Kohlehydraten zu bilden.

Unsere Kenntnisse von der Zusammensetzung der Fette sind im Allgemeinen an Fetten gewonnen worden, welche sich im Organismus der Thiere bei gleichzeitiger Fütterung mit Fett und Kohlehydraten ablagern.

1) Centralbl. f. med. Wissensch. Bd. 20 S. 129. 1882.

2) Virchow's Archiv Bd. 95. 1884.

Es erschien aber für eine Reihe physiologischer Fragen, besonders aber für die Frage, wie sich die Fette aus den Kohlehydraten bilden, von Wichtigkeit, die Eigenschaften derjenigen Fette zu untersuchen, die sich im Organismus unter völligem Ausschluss des Fettes in der Nahrung bei alleiniger Fütterung mit Eiweiss und Kohlehydraten ablagern.

Zu diesem Zwecke stellte ich auf Veranlassung von Prof. Röhmann die folgenden Versuche an:

I. Mästung mit Eiweiss und Kohlehydraten.

Die Versuchsthiere sollten durch Hunger und Fütterung mit kleinen Mengen von Eiweiss ihres Fettes möglichst beraubt und dann durch Fütterung mit einer fettfreien, nur aus Kohlehydraten und Eiweiss bestehenden Nahrung gemästet werden.

Die Versuche sollten ausgeführt werden an Enten und Gänsen, welche sich bekanntermaassen mittelst Kohlehydraten leicht mästen lassen, und an Hunden, an welchen von J. Munk[1]) und E. Pflüger[2]) Mästungsversuche durchgeführt worden sind.

Es gelang uns aber auffallender Weise nicht, bei Enten und Gänsen durch Zufuhr einer völlig fettfreien, aber sehr kohlehydrat- und eiweissreichen Nahrung Fettmast zu erzielen. Als Nahrung erhielten die Enten, nachdem einige andere Versuche völlig missglückt waren, Schrotmehl, welches durch Extraction mit Aether entfettet worden war. Daneben erhielt Ente I noch Reisstärke, Ente II noch Caseïn, Reisstärke und invertirten Rohrzucker.

In beiden Versuchen stieg das Körpergewicht, welches während des Hungers sehr erheblich abgenommen hatte, stetig an. Die Thiere wurden geschlachtet, als eine weitere Gewichtszunahme nicht erfolgte. Eine Ansammlung irgend erheblicher Mengen Fett wurde nicht gefunden. Eine eingehende Untersuchung dieses Fettes war nicht möglich. Näheres über diese Versuche siehe im Anhang.

Auch bei der Fütterung der Hunde stiessen wir auf Schwierigkeiten, welche den Ausfall der Versuche nicht so elegant gestalteten, wie wir es beabsichtigt hatten.

Die Hunde erhielten in Versuch I, II, III als Eiweiss Caseïn, in Versuch I und II auch kleine Mengen von Fleisch. Als Kohlehydrate wurden in Versuch I Stärke, in Versuch II invertirter Rohrzucker, in Versuch III Laevulose verfüttert; in Versuch IV erhielt der Hund Fleisch und Stärke.

1) Virchow's Archiv Bd. 101 S. 91. 1885.
2) Dieses Archiv Bd. 52 S. 1. 1892.

Hund I.

Datum 1896	Gewicht in Gramm	Ernährung	Bemerkungen
30. April	6500	hungert	
4. Mai	6700	100 g rohes Pferdefleisch	
5. „	5650	100 g „ „	
6. „	5590	75 g „ „	
7. „	5550	75 g gekochtes „	
8. „	5450	75 g „ „	
9. „	5350	75 g „ „	
10. „	5320	75 g „ „	
11. „	5220	75 g Fleisch und 40 g Caseïn, 5 g Caseïnnatrium, 200 g Stärke, 7 g Fleischextract	
12. „	5450		Frisst ungern.
14. „	5460	50 g Fleisch, 75 g Caseïn, 50 g Reisstärke	
15. „	5470	50 g Fleisch, 5 g Cas. natr., 70 g Caseïn, 50 g Reisstärke	
16. „	5440	50 g Fleisch, 5 g Cas. natr., 60 g Caseïn, 75 g Reisstärke	
17. „	5600	50 g Fleisch, 5 g Cas. natr., 60 g Caseïn, 75 g Reisstärke	
18. „	5660	50 g Fleisch, 5 g Cas. natr., 60 g Caseïn, 75 g Reisstärke	
19. „	5720	25 g Fleisch, 5 g Cas. natr., 60 g Caseïn, 85 g Reisstärke	
20. „	5770	2 g Fleischextract, 90 g Stärke, 5 g Cas. natr., 60 g Caseïn	Nicht gern gefressen.
21. „	5800	2 g Fleischextract, 90 g Stärke, 5 g Cas. natr., 70 g Caseïn	
22. „	5810	2 g Fleischextract, 100 g Stärke, 5 g Cas. natr., 80 g Caseïn	
23. „	5860	50 g Fleisch, 100 g Stärke, 5 g Cas. natr., 80 g Caseïn	
24. „	5970	50 g Fleisch, 100 g Stärke, 5 g Cas. natr., 65 g Caseïn, 2 g Fleischextract	Durchfall.
25. „	6050	50 g Fleisch, 100 g Stärke, 5 g Cas. natr., 65 g Caseïn	
26. „	6120	50 g Fleisch, 100 g Stärke, 5 g Cas. natr., 65 g Caseïn	
27. „	6120	50 g Fleisch, 100 g Stärke, 5 g Cas. natr., 45 g Caseïn	
28. „	6070	50 g Fleisch, 100 g Stärke, 5 g Cas. natr., 65 g Caseïn	
29. „	6100	50 g Fleisch, 125 g Stärke, 5 g Cas. natr., 65 g Caseïn	
30. „	6180	50 g Fleisch, 125 g Stärke, 5 g Cas. natr., 65 g Caseïn	
31. „	6330	50 g Fleisch, 125 g Stärke, 5 g Cas. natr., 65 g Caseïn	
1. Juni	6460	50 g Fleisch, 125 g Stärke, 5 g Cas. natr., 65 g Caseïn	
2. „	6450	50 g Fleisch, 125 g Stärke, 5 g Cas. natr., 65 g Caseïn	
3. „	6470	50 g Fleisch, 125 g Stärke, 5 g Cas. natr., 65 g Caseïn	

Der Hund wird in Morphiumschlaf aus der Carotis verblutet; das Blut in Alkohol aufgefangen; darauf die Medulla zerstört. Subcutanes Fett ist in grossen Mengen vorhanden, ebenso im retroperitonealen Raum, im Mesenterium und Darmtractus, auch am Perikard wie an den Nieren findet sich eine relativ grosse Menge.

Fett I (subcutan.) auffallend weiss; es werden mit Leichtigkeit gewonnen 78 g.

Fett II (Mesenterium und Darm) gelblich durchscheinend 37 g.

Fett III (Perikard und Niere) Farbenton zwischen I und II.

Unter dem Einfluss eines mehrtägigen Hungerns und Darreichung geringer Mengen mageren Pferdefleisches sank das Körpergewicht des Hundes von 6500 g auf 5220 g, d. h. um 1280 g oder 19,4 % des ursprünglichen Körpergewichts; diese Gewichtsabnahme ist relativ gering.

Um dem Hunde eine völlig fettfreie Nahrung zuzuführen, sollte derselbe nur Caseïn, Reisstärke und die nöthigen Salze erhalten. Es zeigte sich aber, dass Hunde die grossen Mengen von Stärke und Caseïn, selbst wenn man das Gemisch mit dem sonst als Geschmackscorrigens sehr wirksamen Fleischextract versetzt, auf die Dauer nicht fressen. Es wurden desswegen kleine Mengen gehackten Fleisches mit wenig Wasser gekocht und mit der Stärke und dem Caseïn gemischt. Dem Caseïn und der Stärke wurde eine kleine Menge Caseïnnatrium beigemengt. Dasselbe wirkt, mit wenig Wasser befeuchtet, als Klebestoff; es liess sich hierdurch die ganze Nahrungsmasse bei allmäligem Zusatz von Fleischbrühe zu Bissen formen, die von den Hunden ohne Mühe aufgenommen wurden. Bei dieser Ernährung stieg das Körpergewicht von 5220 g auf 6470 g, also um 1550 g oder 24 %.

Hund IV.

Datum 1896	Gewicht in Gramm	Ernährung
4. Juni	5950	hungert.
9. „	5250	50 g Fleisch.
10. „	5300	50 g „
11. „	5250	50 g „
12. „	5220	hungert.
13. „	5000	„
14. „	4940	50 g Fleisch.
15. „	4820	hungert.
16. „	4700	„

Datum 1896	Gewicht in Gramm	Ernährung
17. Juni	4620	50 g Fleisch.
18. „	4590	50 g „
19. „	4420	hungert.
20. „	4300	50 g Fleisch.
21. „	4250	hungert.
22. „	4100	50 g Fleisch.
23. „	4000	hungert.
24. „	4050	50 g Caseïn, 5 g Cas. natr., 75 g inv. Rohrzucker, 2 g Fleischextract.
25. „	4000	50 g „ 5 g „ 75 g „ 2 g „
26. „	4040	50 g „ 5 g „ 75 g „ 2 g „
27. „	3940	50 g „ 5 g „ 75 g „ 2 g „
28. „	4100	50 g „ 5 g „ 75 g „ 2 g „
29. „	3870	50 g Fleisch, 50 g Caseïn, 5 g Cas. natr., 75 g inv. Rohrzucker.
30. „	3900	50 g „ 20 g „ 5 g „ 75 g „
1. Juli	3850	50 g „ 50 g „ 5 g „ 75 g „
2. „	3910	50 g „ 50 g „ 5 g „ 75 g „
3. „	3880	50 g „ 50 g „ 5 g „ 75 g Traubenzucker (kleinen Theil nicht gefressen).
4. „	3790	200 g Fleisch.
5. „	3830	150 g „ 50 g Reisstärke.
6. „	3710	200 g „ 75 g „
7. „	3760	200 g „ 75 g „
8. „	3830	200 g „ 75 g „
9. „	3970	250 g „ 75 g „
10. „	4000	250 g „ 75 g „
11. „	4090	250 g „ 75 g „
12. „	4150	200 g „ 75 g „
13. „	4330	200 g „ 75 g „
14. „	4350	200 g „ 75 g „
15. „	4380	250 g „ 100 g „
16. „	4480	250 g „ 125 g „
17. „	4670	250 g „ 125 g „
18. „	4860	250 g „ 125 g „
19. „	4970	250 g „ 125 g „
20. „	5050	220 g „ 105 g „
21. „	4950	200 g „ 100 g „
22. „	4950	300 g „ 100 g „
23. „	4920	300 g „ 100 g „
24. „	4980	300 g „ 100 g „
25. „	4930	300 g „ 125 g „
26. „	5070	300 g „ 125 g „
27. „	5240	300 g „ 125 g „
28. „	5270	350 g „ 125 g „
29. „	5410	350 g „ 125 g „

Datum 1896	Gewicht in Gramm	Ernährung
30. Juli	5380	350 g Fleisch, 125 g Reisstärke.
31. „	—	350 g „ 125 g „
1. August	5720	350 g „ 125 g „
2. „	5600	350 g „ 125 g „
3. „	5740	350 g „ 125 g „
4. „	5740	350 g „ 125 g „
5. „	5830	350 g „ 125 g „

Nachdem das Gewicht des Hundes von 5950 g auf 4000 g, d. h. um 32,8 % heruntergebracht worden war, erhielt der Hund verhältnissmässig grosse Mengen von Caseïn, invertirten Rohrzucker und Fleischextract. Trotz dieser Nahrungszufuhr hob sich das Körpergewicht nicht, sondern sank weiter auf 3870 g; auch eine Zugabe geringer Mengen Fleisch hielt den Gewichtsverlust nicht auf. Das Körpergewicht sank auf 3710 g; der Hund hatte also 37,6 % seines Körpergewichts verloren. Erst als der Hund einige Tage grössere Fleischmengen und daneben grosse Mengen von Stärke erhalten hatte, begann die Gewichtszunahme. Das Körpergewicht stieg von 3710 g auf 5830 g, also um 2100 g oder 57,1 %.

Hund II.

Datum 1896	Gewicht in Gramm	Ernährung
7. Mai	4820	hungert.
9. „	4600	75 g Fleisch.
10. „	4450	75 g „
11. „	4350	75 g „
12. „	4300	75 g „
13. „	4350	75 g „
14. „	4290	50 g „
15. „	4250	45 g „
16. „	4200	50 g „
17. „	4170	50 g „
18. „	4070	50 g „
19. „	4050	hungert.

Datum 1896	Gewicht in Gramm	Ernährung
20. Mai	3950	2 g Fleischextract, 50 g inv. Rohrzucker, 50 g Caseïn, 5 g Cas. natr.
21. „	4000	2 g „ 75 g „ 50 g „ 5 g „
22. „	4070	2 g „ 75 g „ 50 g „ 5 g „
23. „	4300	2 g „ 75 g „ 50 g „ 5 g „
24. „	4250	2 g „ 75 g „ 50 g „ 5 g „
25. „	4280	2 g „ 75 g „ 50 g „ 5 g „
26. „	4240	2 g „ 75 g „ 50 g „ 5 g „
27. „	4280	2 g „ 75 g „ 50 g „ 5 g „
28. „	4320	2 g „ 75 g „ 50 g „ 5 g „
29. „	4380	2 g „ 105 g „ 50 g „ 5 g „
30. „	4400	2 g „ 125 g „ 50 g „ 5 g „
31. „	4250	50 g Fleisch, 75 g Rohrzucker, 40 g Caseïn, 5 g Cas. natr.
1. Juni	4340	50 g „ 75 g „ 50 g „ 5 g „
2. „	4420	50 g „ 75 g „ 50 g „ 5 g „
3. „	4450	50 g „ 75 g „ 50 g „ 5 g „
4. „	4480	50 g „ 85 g „ 50 g „ 5 g „
5. „	4540	50 g „ 100 g „ 50 g „ 5 g „
6. „	4600	50 g „ 100 g „ 50 g „ 5 g „
7. „	4650	50 g „ 125 g „ 50 g „ 5 g „
8. „	4650	50 g „ 125 g „ 50 g „ 5 g „
9. „	4800	50 g „ 125 g „ 50 g „ 5 g „
10. „	4850	50 g „ 125 g „ 50 g „ 5 g „
11. „	4920	50 g „ 125 g „ 50 g „ 5 g „ (nur ein Theil gefressen).
12. „	4740	der Rest vom Tage zuvor.
13. „	4850	50 g Fleisch, 50 g Caseïn, 5 g Cas. natr.
14. „	4750	50 g „ 75 g Zuckersyrup, 50 g Caseïn, 5 g Cas. natr.
15. „	4800	50 g „ 100 g „ 25 g „ 5 g „

Der Hund wurde um 9 Uhr Vormittags zum letzten Male gefüttert und um 2 Uhr Nachmittags durch Halsschnitt getödtet. Im Unterhautfettgewebe und im intramuskulären Fettgewebe waren geringe Fettmengen von gelblichem Aussehen, in der Farbe fast gar nicht vom Eingeweidefett verschieden; vom ersten wurden 37 g, vom letzten 25 g gesammelt.

Der Magen zeigte sich in der fünften Verdauungsstunde noch ziemlich gefüllt, nachweisbar waren Fleisch und Caseïn; Reaction entschieden sauer; geringer Katarrh der Schleimhaut. Der Darm ist mit gelblicher, zäher Flüssigkeit erfüllt; dieselbe reagirt bis tief hinab sauer, dann aber alkalisch; die Chylusgefässe sind offenbar nicht mit fettiger Flüssigkeit erfüllt. Die Leber hatte das typische Aussehen einer Glykogenleber und wog 230 g.

Durch Hunger und unzureichende Fleischfütterung wurde das Körpergewicht von 4820 g auf 3950 g, also um 870 g oder 18 % herabgedrückt. Hierauf erhielt der Hund eine Nahrung, welche aus

Eiweiss, invertirtem Rohrzucker und Fleischextract bestand; das Körpergewicht stieg auf 4380 g. Um ein weiteres Ansteigen desselben zu erzielen, wurden die Zuckermengen erhöht, das Körpergewicht stieg aber nicht weiter. Es wurden desshalb die Zuckermengen verringert und 50 g Fleisch für den Tag zugelegt. Jetzt nahm das Körpergewicht wieder zu und stieg bei weiterer Zugabe von Zucker auf 4920 g. Dann trat eine Verdauungsstörung ein; das Körpergewicht sank und schien sich um etwa 4800 g constant zu erhalten. Die Gewichtszunahme betrug 850 g, d. h. 17,7 % o. Der Hund hatte während der Kohlehydratfütterung 750 g Fleisch und 1365 g Caseïn erhalten.

Hund III.

Datum 1896	Gewicht in Gramm	Ernährung
19. Mai	**5700**	hungert.
26. „	4830	75 g Fleisch.
27. „	4730	75 g „
28. „	4680	75 g „
29. „	4650	50 g „
30. „	4500	50 g „
31. „	4410	50 g „
1. Juni	4340	50 g „
2. „	4300	hungert.
3. „	4240	50 g Fleisch.
4. „	4220	hungert.
5. „	4140	50 g Fleisch.
6. „	4120	50 g „
7. „	4100	50 g „
8. „	4120	hungert.
9. „	4120	„
10. „	**3900**	80 g Caseïn, 5 g Cas. nat., 100 g Reisstärke.
11. „	4190	80 g „ 5 g „ 100 g „ (Durchfall, widerwillig gefressen).
12. „	4320	hungert.
13. „	4050	„
14. „	**3900**	50 g Caseïn, 5 g Cas. nat., 50 g Laevulose.
15. „	4070	50 g „ 5 g „ 50 g „ 2 g Fleischextract.
16. „	4140	50 g „ 5 g „ 75 g „ 2 g „
17. „	4300	60 g „ 5 g „ 75 g „ 2 g „
18. „	4420	60 g „ 5 g „ 75 g „ 2 g „
19. „	4480	20 g „ 5 g „ 80 g „ 2 g „
20. „	4500	20 g „ 5 g „ 75 g „ 2 g „

Der Hund wird in Morphiumschlaf aus der Carotis verblutet und das Blut in Alkohol aufgefangen. Subcutanes Fett ist in sehr geringer Menge vorhanden (ca. 5 g), im Mesenterium etwas reichlicher (ca. 30 g); auffallend ist, dass dieses Fett selbst bei sehr hoher Sommertemperatur fest wird, während von Hund I und II dasselbe stets flüssig ist. Die Chylusgefässe sind weisslich umrandet und von einer klaren Flüssigkeit erfüllt.

In der Vorperiode sank das Körpergewicht von 5700 g auf 3900 g, also um 31,6 %. Der Hund erhielt hierauf Caseïn, Laevulose und Fleischextract. Trotz der völligen Entziehung des Fettes und der vorangegangenen sehr erheblichen Gewichtsabnahme stieg das Körpergewicht von 3900 g auf 4500 g. Die Gewichtszunahme betrug 600 g, also 15.4 %. Der Versuch wurde aus äusseren Gründen abgebrochen.

In allen diesen vier Versuchen wurde durch Fütterung einer eiweiss- und kohlehydratreichen Nahrung sehr erhebliche Gewichtszunahme erzielt. Im Versuch Hund III hatte die Nahrung gar kein Fett enthalten. In den andern Versuchen musste dagegen den Hunden im Fleisch eine gewisse Menge von Fett zugeführt werden. Dieselbe ist aber im Verhältniss zur Gewichtszunahme gering. Nimmt man selbst an, dass alles in der Nahrung zugeführte Fett unverändert im Fettgewebe abgelagert worden sei, und berücksichtigt man gleichzeitig den Ansatz von Eiweiss und Wasser, so sind doch die Gewichtszunahmen derart, dass man, gestützt auf die analogen Beobachtungen anderer Forscher, nicht zweifeln wird, dass eine Mast durch Bildung von Fett aus Kohlehydraten stattgefunden hat. Dieses aus Kohlehydraten gebildete Fett bildete mit etwaigem zu Ende der Hungerperiode noch vorhandenem und etwa aus der Nahrung stammenden Fett das Fett, welches sich am Ende der Versuche im Fettgewebe vorfand. Hatte das aus Kohlehydraten entstandene Fett irgend welche charakteristischen Eigenschaften, so war zu erwarten, dass sich dies bei Untersuchung der in obigen Versuchen gewonnenen Fette zeigen würde.

II. Untersuchung der Fette.

Zur Untersuchung gelangten das Unterhautfettgewebe (Fett I) und das Fett des Mesenteriums und Omentum (Fett II).

Das Fett wurde in allen Fällen in der Weise gewonnen, dass das mit der Schere zerschnittene Fettgewebe in einer Porcellanschale

durch vorsichtiges Erhitzen über einer kleinen Gasflamme ausgelassen und im Heisswassertrichter durch Papier filtrirt wurde.

Das Fett der Ente war intensiv gelb gefärbt und hatte eine relativ feste Consistenz. Das Fett der Hunde war farblos oder schwach gelblich. Es war bei Zimmertemperatur im Sommer ziemlich weich und trennte sich beim Stehen in einen flüssigen und einen festen krystallinischen Antheil. Nach längerem Stehen bis zum Winter hatten sich die beiden Schichten wieder vereinigt und bildeten ein trübes weisses Fett von Salbenconsistenz.

I. Der Schmelzpunkt[1]).

Zur Bestimmung des Schmelzpunktes diente Fett I und II von Hund I und Fett I von Hund IV. Zum Vergleich wurde das aus dem Omentum gewonnene Fett eines Hundes herangezogen, der nach vorangegangener Entfettung mit Hammeltalg, und eines zweiten, der in entsprechender Weise mit Cocosbutter gefüttert worden war. Ich verdanke dieselben der Freundlichkeit des Herrn Dr. G. Rosenfeld.

Die Bestimmung wurde ausgeführt nach Bensemann mit den Fettsäuren.

Ein weites Glasrohr wurde an einer Stelle kugelförmig aufgeblasen und unterhalb der so erhaltenen kugelförmigen Erweiterung zu einer nicht zu engen Capillare ausgezogen. Man saugt nun ein Tröpfchen der verflüssigten Fettsäuren in die erweiterte Stelle und lässt es an der Glaswand unter Auftropfen von Aether erstarren. Dann schmilzt man die Capillare zu. Am andern Tage wird das so vorbereitete Röhrchen an dem Thermometer mittelst eines Gummiringes derart befestigt, dass die kugelförmige Erweiterung in die Höhe des Quecksilbergefässes zu liegen kommt. Thermometer und Schmelzröhrchen werden in einem 300 ccm fassenden mit Wasser gefüllten Becherglas langsam erwärmt. Man beobachtet den Punkt, bei welchem sich der Fetttropfen von der Wand der Kugel löst und in den Anfangstheil der Capillare fliesst (Anfangspunkt des Schmelzens) und weiterhin den Moment, in welchem in dem zerflossenen Fett die letzte Spur von Trübung verschwindet (Endpunkt des Schmelzens).

1) Die im Folgenden beschriebenen Methoden, ebenso wie die auf die Fette bezüglichen Daten sind, soweit sie nicht auf eigenen Untersuchungen beruhen, entnommen der Analyse der Fette und Wachsarten von Rudolf Benedikt. Dritte erweiterte Auflage von Ferdinand Ulzer. Berlin 1897.

Schmelzpunkt der Fettsäuren:

Hund I.	a) Unterhautfettgewebe	33,5—36,0° C.
	b) Eingeweidefett	33,5—36,5° C.
Hund IV.	Unterhautfettgewebe	33,5—37,0° C.
Fett vom Omentum nach Fütterung mit	Cocosbutter	27,5—29,5° C.
	mit Hammelfett	46,0—48,0° C.

Der Schmelzpunkt des Hundefettes bezw. der aus ihm erhaltenen Fettsäuren kann hiernach, wie ja auch bereits nach andern Erfahrungen bekannt ist, je nach der Ernährung innerhalb sehr weiter Grenzen schwanken. Er kann je nach der Art des zugeführten Fettes bei Ernährung mit einer fettreichen Nahrung höher oder niedriger als bei Fütterung mit einer sehr fettarmen, aber eiweiss- und kohlehydratreichen Nahrung liegen.

Zum Vergleich seien die Schmelzpunkte der Fettsäuren anderer Thiere angeführt.

Schmelzpunkt der Fettsäuren:

Reh	62—64° C.	Hauskatze	40—41° C.
Gemse	57—58° C.	Schwein	43—47°, 35° C.
Edelhirsch	50—52° C.	Wildschwein	40—44° C.
Hammel	49—54° C.	Pferd	36—42°, 37,5—39,5° C.
Hase	44—47° C.	Dachs	34—36° C.
Kaninchen	44—46° C.	Huhn	38—40° C.
Rind	43—47° C.	Gans	38—40° C.
Fuchs	41—43° C.		

Einen auffallend hohen Schmelzpunkt zeigen die Pflanzenfresser, welche sich vorwiegend von grünen Pflanzentheilen, besonders Gramineen, ernähren. Das Fett der Fleischfresser besitzt einen niedrigeren Schmelzpunkt. Die Angaben über den Schmelzpunkt des Fettes vom Schwein und Pferd weichen unter einander erheblich ab. Sie sind unter gewissen Umständen ebenso niedrig, wie die oben angeführten Zahlen für das Fett des Hundes bei Kohlehydratfütterung. Sehr niedrig ist der Schmelzpunkt des Dachsfettes.

Man könnte nach den oben mitgetheilten Erfahrungen annehmen, dass diese Verschiedenheiten im Schmelzpunkt der verschiedenen Thiere in unmittelbarer Beziehung zur Beschaffenheit des Fettes der Nahrung stünden, dass z. B. bei den Grasfressern desswegen der Schmelzpunkt ein hoher sei, weil das Gras überwiegend Stearin oder Substanzen, aus denen sich im Thierkörper Stearin bilden könnte, enthielte, dass die niedrigen Schmelzpunkte aber auf eine Bildung

von Fett aus Kohlehydraten hindeuten, z. B. in den betreffenden Fällen beim Pferd und Schwein. Dagegen ist aber zu bemerken, dass das Pferd bei Fütterung mit Hafer neben den Kohlehydraten ein flüssiges, dem Rüböl ähnliches Fett aufnimmt. Und beim Schwein fand E. Meissl[1]) gerade nach Fütterung mit Kohlehydraten hohe Schmelzpunkte.

Hier sind weitere Untersuchungen erforderlich[2]).

2. Die Säurezahl.

Die Säurezahl gibt die Menge Kalihydrat in Zehntelprocenten oder die Anzahl Milligramme Kalihydrat für 1 g Fett an, welche zur Neutralisation der in einem Fett befindlichen freien Fettsäuren nothwendig ist und bildet daher ein Maass für den Gehalt des Fettes an freien Fettsäuren. Zur Bestimmung derselben löste ich 2—3 g Fett in einer Mischung von 2 Theilen über Natrium destillirten Aethers und 1 Theil nach Waller gereinigten Alkohols und titrirte mit $^1/_{10}$ Normal alkoholischer Kalilauge unter Anwendung von Phenolphtaleïn. Ich fand folgende Werthe.

Säurezahl des Hundefettes.

Hund I.	Unterhautfett . . .	1,01	Hund III.	Unterhautfett . .	1,98
	Darmfett	2,51		Darmfett	0,56
Hund II.	Unterhautfett . . .	0,36	Hund IV.	Unterhautfett . .	2,12
	Darmfett	0,17		Darmfett	3,78

Die Acidität dieser Fette ist dieselbe, wie sie bei anderen Fetten gefunden wurde.

3. Die Verseifungszahl.

Die Verseifungszahl oder Köttstorfer'sche Zahl gibt an, wieviel Miligramm Kalihydrat von den in 1 g Fett enthaltenen Fettsäuren bei der Verseifung gebunden werden.

Zur Bestimmung derselben verfährt man folgendermaassen: 1—2 g Fett werden in einem Erlenmeyer'schen Kolben abgewogen; dann bringt man in den Kolben 25 ccm $^1/_2$ Normal alkoholischer Kalilauge, setzt auf den Kolben einen kleinen Trichter und

1) Zeitschr. f. Biologie Bd. 22 (N. F. 4) S. 160.

2) Wie mir Dr. G. Rosenfeld persönlich mittheilt, ist er bereits seit einiger Zeit in seinem Laboratorium mit Versuchen beschäftigt, welche die Beziehungen zwischen dem normalen Fette der verschiedenen Thierspecies und der Beschaffenheit des Fettes ihrer Nahrung aufklären sollen.

erhitzt unter öfterem Umschwenken 15—30 Minuten zum schwachen Sieden auf dem Wasserbade und titrirt nach Zusatz einer alkoholischen Phenolphtaleïnlösung mit $^1/_2$ Normalsalzsäure die nicht gebundene Menge Alkali zurück. Die Differenz zwischen der angewandten und der durch Zurücktitriren gefundenen Anzahl Milligramme Kalihydrat wird auf 1 g Fett umgerechnet.

Die Grösse der Verseifungszahl hängt, wie die folgende Tabelle zeigt, in erster Linie ab von dem Moleculargewicht der in den Fetten enthaltenen Fettsäuren.

Fett	Molecular-Gewicht	Von 1 g Triglycerid werden gebunden mg KOH	Fettsäure	Molecular-Gewicht	Von 1 g Fettsäure werden gebunden mg KOH
Tristearin	890	188,7	Stearinsäure	284	197,2
Trioleïn	884	190,0	Oelsäure	282	198,6
Tripalmitin	806	208,0	Palmitinsäure	256	207,4
Trimyristin	722	232,9	Myristinsäure	228	218,8
Trilaurin	638	263,4			
Tricaprinin	594	282,8			
Tricapronin	386	435,3			
Tributyrin	302	556,3			

Hohe Verseifungzahlen von Fetten deuten also auf die Anwesenheit kohlenstoffarmer Fettsäuren hin. So besitzt z. B. die Butter, welche sich durch ihren grossen Gehalt an flüchtigen Fettsäuren von allen anderen thierischen Fetten unterscheidet, die Verseifungszahl 227. Besonders hoch ist auch die Verseifungszahl des Cocusöls 255 und die des Palmkernöls 248. Beide Fette zeichnen sich aus durch einen ungewöhnlich hohen Gehalt an Laurinsäure und Myristinsäure; sie enthalten ausserdem die Triglyceride der Capron-, Capryl- und Caprinsäure. Niedere Verseifungszahlen deuten auf die Anwesenheit von Fettsäuren mit hohem Moleculargewicht. Sie können aber auch daher rühren, dass die Fette Körper gelöst enthalten, welche nicht Triglyceride sind, z. B. kohlenstoffreichere Alkohole (Cholesterin, Cetylalkohol), frei oder in Form von Fettsäureestern, ferner Lactone, Lecithin u. a. m.

Die Verseifungszahlen einer Reihe thierischer Fette zeigt die folgende Tabelle.

Verseifungszahlen von Thierfetten.

Reh	199	Rind	193—200
Gemse	203	Fuchs	191,7
Edelhirsch	199,9	Hauskatze	190,7
Hammel	195,2	Hund	195,4
Hase	200,9	Huhn	193,5
Kaninchen	202,6	Gans	192,6
Schwein	195,3—196,8	Wildschwein	195.1
Pferd	195,1—196,8	Dachs	193,1

Die Verseifungszahl der Thierfette entspricht im Allgemeinen einem Gemenge von Triolein, Tristearin und Tripalmitin. Die höher schmelzenden Fette haben im Allgemeinen auch höhere Verseifungszahlen. Es beruht dies ebenso wie der höhere Schmelzpunkt auf einem geringeren Gehalt an Oelsäure (cf. Jodzahl).

Die Verseifungszahlen der Hundefette nach Fütterung mit Eiweiss und Kohlehydraten waren:

	Unterhautfettgewebe	Darmfett
Hund I.	198,0	190,2
Hund II.	197,0	193,0
Hund III.	—	194,4
Hund IV.	197,6	197,3

Füttert man einen Hund nach vorheriger Entfettung mit einem Fett, dessen Verseifungszahl höher liegt, als die des Hundefettes nach Fütterung mit Eiweiss und Kohlehydraten, so ändert sich die Verseifungszahl des Hundefettes in entsprechender Weise. So zeigt das Fett aus dem Unterhautfettgewebe des mit Cocusbutter gefütterten Hundes die Verseifungszahl 237.

4. Die Reichert-Meissl'sche Zahl.

Die Reichert-Meissl'sche Zahl gibt eine Vorstellung von der Menge der flüchtigen Fettsäuren, die in einem bestimmten Fett im Vergleiche zu anderen Fetten enthalten sind.

5 g geschmolzenes und filtrirtes Fett werden in einem Kölbchen von ca. 200 ccm Inhalt mit ca. 2 g festen Aetzkali, welches man in gleich langen Stücken vorräthig hält, und 20 ccm 70% Alkohol unter Schütteln auf dem Wasserbade verseift, bis zur vollständigen Verflüchtigung des Alkohols eingedampft, der dicke Seifenbrei in 100 ccm Wasser gelöst, mit 40 ccm 10% Schwefelsäure versetzt und nach Zugabe einiger hanfkerngrosser Bimsteinstücke durch ein

mit einem Liebig'schen Kühler in Verbindung stehendes Rohr destillirt. Auch kann man eine weite Kugelröhre ansetzen, um ein Uebers pritzen der Schwefelsäure zu verhüten. Man fängt 110 ccm des Destillates in einem cubicirten Kolben auf, wozu etwa eine Stunde nöthig ist, filtrirt davon 100 ccm in einen zweiten cubicirten Kolben ab und titrirt nach Zusatz von Phenolphtaleïn mit $^1/_{10}$ Normalalkali, bis sich die Flüssigkeit auch nach längerem Schütteln schwach rosa färbt. Man vergrössert die verbrauchte Anzahl Cubikcentimeter um $^1/_{10}$ und bezieht das Resultat auf 5 g Substanz. (Die ursprüngliche Reichert'sche Zahl ist halb so gross.)

Von den Reichert-Meissl'schen Zahlen für Thierfette seien die Folgenden erwähnt:

Reh	1,98	Pferd	1,64—2,14
Gemse	3,6	Fuchs	2,6
Edelhirsch	3,3	Hauskatze	1,8
Hase	4,8	Hund	1,1
Kaninchen	5,6	Huhn	2,0
Rind	0,5	Gans	1,96

für Hammel und Schwein ist die Reichert-Meissl'sche Zahl anscheinend noch nicht bekannt.

Die Hundefette gaben folgende Zahlen:

	Unterhautfettgewebe	Darmfett
Hund I.	0,8	0,8
Hund II.	0,9	0,95
Hund III.	—	0,7
Hund IV.	—	1,6

Wir sehen hieraus, dass die Menge der flüchtigen Fettsäuren im Fettgewebe der verschiedenen Thiere eine ausserordentlich geringe ist, bei Hunden auch nach Mästung mit Kohlehydraten.

5. Die Jodzahl.

Die Jodzahl gibt an, wie viel Procent Jod ein Fett zu binden vermag. Diese Eigenschaft beruht bei dem Fett des Fettgewebes fast ausschliesslich auf der Anwesenheit der Oelsäure, welche sowohl im freien Zustande wie als Triglycerid auf 1 Molecül 2 Atome Jod aufnehmen kann. Es können aber in anderen thierischen Fetten noch andere Substanzen, besonders Cholesterin gelöst sein, welche sich in ähnlicher Weise wie die ungesättigten Fettsäuren mit den Halogenen verbinden.

Die Bestimmung erfolgt nach der Methode von v. Hübl:

Jod wirkt bei gewöhnlicher Temperatur nur sehr träge auf Fette ein; in der Wärme ist dieselbe eine ungleichmässige. Dagegen reagirt eine alkoholische Jodlösung bei Gegenwart von Quecksilberchlorid schon bei gewöhnlicher Temperatur mit den ungesättigten Fettsäuren und deren Glyceriden ebenso wie mit Cholesterin unter Bildung von Chlorjodadditionsproducten und lässt gleichzeitig anwesende gesättigte Säuren unverändert. Man verfährt nun so, dass man das in Chloroform gelöste Fett mindestens 4 Stunden mit einer alkoholischen Jodquecksilberchloridlösung, deren Jodgehalt durch Titriren mit unterschwefligsaurem Natrium ermittelt wird, stehen lässt. Dann setzt man eine gewisse Menge Jodkaliumlösung hinzu, verdünnt mit Wasser und bestimmt durch Titration mit unterschwefligsaurem Natrium die Menge des nicht absorbirten Jod. Aus der Differenz zwischen dem Jodgehalt der angewandten Jodquecksilberchloridlösung und der Menge des vom Fett nicht absorbirten Jods ergibt sich die Jodzahl, d. h. die vom Fett aufgenommene Menge Jod. (Näheres über die Ausführung der Methode s. R. Benedict-Ulzer, Technologie der Fette, 1897. S. 150.)

Es seien zunächst die Jodzahlen, welche für die Beurtheilung der Jodzahlen der thierischen Fette in erster Linie in Betracht kommen, angeführt.

Oelsäure[1]	ber. 90,07	gef.	89,8—90,5.
Olein	„ 84,73	„	—
Cholesterin[2]	„ 68,3	„	67,3
Cholesterin-Palmitinsäureester	„ 40,7	„	—
„ -Stearinsäureester	„ 39,8	„	37,9[3])
„ -Oelsäureester	„ 80,0	„	83,2[3])

Jodzahlen von Thierfetten.

Reh	32,1	Rind	40,0 (35,4—36,4)
Gemse	25,0	Fuchs	79,7
Edelhirsch	25,7	Hauskatze	54,5
Hammel	35,2—46,2	Hund	58,5
Hase	81,1—119,1	Huhn	75,8—77,2
Haus-Kaninchen	69,6	Gans	71,7
Wild-Kaninchen	96,9—102,8		
Schwein	59,0 (49,0—63,8)	Wildschwein	76,6
Pferd	86,1 (78,84—81,6)	Dachs	71,3

1) Benedict-Ulzer S. 155.

2) Lewkowitsch, Bericht d. d. chem. Ges. Bd. 25 S. 66. 1892.

3) Eigene Bestimmungen.

Die niedrigen Jodzahlen von etwa 25—45 bei Reh, Gemse, Hirsch, Hammel, Rind beweisen, wie bereits erwähnt, in Uebereinstimmung mit dem hohen Schmelzpunkt und der etwas höheren Verseifungszahl den relativ geringen Gehalt an Oelsäure. Die hohen Jodzahlen (Hase, Kaninchen) deuten im Verein mit den hohen Verseifungszahlen darauf hin, dass in den Fetten Substanzen enthalten sind, welche ein grösseres Jodbindungsvermögen als Oelsäure besitzen, also vermuthlich Fettsäuren mit mehr als einer doppelten Bindung.

In Uebereinstimmung hiermit wird sowohl vom Fett des Hasen, des Wildkaninchen und Wildschweines angegeben, dass es unter starker Abnahme der Jodzahl trockne.

Auch die hohe Jodzahl des Pferdefettes erklärt sich vielleicht durch die Beschaffenheit des im Hafer enthaltenen Fettes. Dasselbe ähnelt dem Rüböl, welches eine Jodzahl von etwa 100 besitzt.

Das Fett des Hundes nach Fütterung mit Kohlehydraten hatte folgende Jodzahlen:

	Unterhautfettgewebe	Darmfett
Hund I.	63,94	60,3
Hund II.	66,5	66,3
Hund III.	63,3	65,2
Hund IV.	—	72,8

Sie nähern sich bei Hund I, II, III am meisten dem Schweinefett. Die Jodzahl des Fettes von Hund IV ist höher. Es scheint mir die letztere darauf hinzudeuten, dass in diesem Falle neben dem aus Kohlehydraten gebildeten Fett eine nicht unerhebliche Menge des im gefütterten Pferdefleisch enthaltenen Fettes, dessen Jodzahl höher als 80 sein kann, abgelagert ist.

Diese Annahme stützt sich auf Beobachtungen, welche G. Rosenfeld im hiesigen Laboratorium machte, die zeigen, wie sich auch die Jodzahl des Fettes der Fettdepots mit der Beschaffenheit des Nahrungsfettes ändern.

Nach Fütterung mit Hammelfett, dessen Jodzahl 32 betrug, war die Jodzahl im Unterhautfettgewebe 47, im Omentum 41,5 und 44,5. Nach Fütterung mit Cocosbutter, deren Jodzahl nur 8,6 betrug, war die Jodzahl im Unterhautfettgewebe 27,7, im Omentum 20,1. In diesen Fällen hatten die gefütterten Fette Jodzahlen, welche niedriger liegen als die Jodzahlen des Hundefettes nach Fütterungen mit Kohlehydraten. Sie bewirkten, dass auch die Jodzahl im Fett des Fettdepots eine Erniedrigung erfuhr.

Nach Fütterung mit Leinöl, dessen Jodzahl 148—183 betragen kann, würde voraussichtlich eine weit höhere Jodzahl als nach Fütterung mit Kohlehydraten gefunden werden.

6. Die Acetylzahl.

Ausser den Glyceriden der Fettsäuren sind besonders in manchen pflanzlichen Fetten Oxyfettsäuren enthalten, z. B. im Ricinusöl die Ricinusölsäure. In anderen Fetten finden sich hochmoleculare Alkohole (Cetylalkohol) der Fettreihe, in anderen Cholesterin $C_{26}H_{43}OH$ theils frei, theils mit Fettsäuren zu Estern verbunden. Die Anwesenheit solcher Körper, welche OH-Gruppen enthalten, lässt sich leicht erkennen, und ihre Menge lässt sich leicht beurtheilen mit Hülfe der Acetylzahl. Die Fette werden verseift; die Seife wird mit Salzsäure zerlegt. Man erhält so eine Masse, welche Fettsäuren, Oxyfettsäuren, Alkohole und Cholesterin enthalten kann. Kocht man dieselben mit Essigsäureanhydrid, so bleiben die Fettsäuren unverändert, die Oxyfettsäuren und das Cholesterin gehen in die entsprechenden Acetylester über.

$$2\ C_{26}H_{43}OH + \begin{matrix} C_2H_3O \\ C_2H_3O \end{matrix}\!\!>\!O = 2\ C_{26}H_{43}O\,C_2H_3O + 2\ H_2O$$

Cholesterin — Essigsäureanhydrid — Cholesterinacetat

$$2\ C_{18}H_{35}O_2OH + \begin{matrix} C_2H_3O \\ C_2H_3O \end{matrix}\!\!>\!O = 2\ C_{18}H_{35}O_2\,OC_2H_3O + H_2O$$

Oxystearinsäure — Oxystearinsäureacetat

Man kann nun zunächst wie bei der Säurezahl durch Titriren die Menge der im Gemisch enthaltenen Säuren (theils Fettsäuren, theils acetylirte Oxyfettsäuren) ermitteln. Man erhält so die Acetylsäurezahl.

Wenn man nun weiter das neutralisirte Estergemisch mit einer bestimmten Menge überschüssiger alkoholischer Kalilauge kocht, so werden die vorhandenen Essigsäureester verseift und eine gewisse Menge Kalilauge durch die Essigsäure gebunden. Diese Menge Kalilauge, berechnet auf 100 Theile des betreffenden Fettes, ist die Acetylzahl.

$$C_{26}H_{43}OC_2H_3O + KOH = C_{26}H_{43}OH + C_2H_3OOK$$

Die Acetylzahl gestattet die Menge der in einem Fette enthaltenen OH-Gruppen und bei Abwesenheit anderer Oxyverbindungen in einfachster Weise die Menge des Cholesterins zu berechnen.

Die Acetylsäurezahl kann in vielen Fällen darauf hindeuten, ob die OH-Gruppen in einem Alkohol oder in Säuren enthalten sind. Kennt man die Säuren, welche das Fett enthält, so weiss man auch annähernd, innerhalb welcher Grenzen sich die Mengen Alkali, welche das Fett zur Neutralisation erfordert, bewegen (cf. die Verseifungszahlen). Diese Zahlen werden nur wenig beeinflusst, wenn ein Theil der Fette statt H- die OH-Gruppe enthält. Sind aber in dem Fett wesentliche Mengen von einem Alkohol enthalten, z. B. Cholesterin, so wird die Acetylsäurezahl erniedrigt.

Wir verfuhren im Anschluss an das von Benedict und Ulzer empfohlene Verfahren in folgender Weise:

4 g Fett wurden mit 4 ccm Kalilauge (spec. Gew. 1,4) und 20 ccm fuselfreiem Alkohol verseift. Die Seife wird zur Entfernung des Alkohols zweimal mit Wasser abgedampft und mit Salzsäure zerlegt. Die Fettsäuren werden, nachdem sie vollkommen geschmolzen sind, auf einem Filter zur Entfernung des Glycerins auf das Gründlichste mit heissem Wasser gewaschen. Bei der Untersuchung des Ligroinextractes des Blutes oder der Leber, welche, wie wir sehen werden, verhältnissmässig grosse Mengen von Cholesterin und andere bisher noch nicht näher untersuchte Substanzen enthalten, war das Auswaschen auf dem Filter nicht möglich. In diesen Fällen wurden die Fettsäuren mit Aether ausgeschüttet. Das Fettsäuregemisch wurde bei Verarbeitung des Fettes vom Unterhautbindegewebe und Darmfett nach dem Erkalten auf ein kleines trocknes Filter gebracht und im Luftbade bei 70—80° filtrirt; die Aetherextracte wurden im Vacuum über Schwefelsäure einen Tag getrocknet.

Das trockne Fettsäuregemisch wurde mit 10—15 ccm Essigsäureanhydrid in einem kleinen Erlenmeyer'schen Kölbchen 3 Stunden am Rückflusskühler gekocht. Dann wurde die Lösung in ein grösseres Kölbchen, das ungefähr 100—150 ccm Wasser enthielt, gegossen und zur Zerlegung des Essigsäureanhydrids mindestens eine halbe Stunde gekocht. Um ein Stossen der Flüssigkeit zu vermeiden, leitet man durch ein rechtwinklig gebogenes Rohr, das an seinem unteren Ende zu einer Capillare ausgezogen ist, einen langsamen CO_2-Strom ein. Hierauf befestigt man dieses Rohr durch einen mit Quetschhahn versehenen Gummischlauch an der Wasserleitung, saugt an der Wasserstrahlpumpe, indem man den Quetschhahn öffnet, die Flüssigkeit unter dem Fett fort, schliesst den Quetschhahn, wäscht das Fett mehrmals mit kochendem Wasser und saugt wieder

ab. Dann wird das Fett noch zweimal im CO_2-Strom mit Wasser gekocht und an der Saugpumpe wieder gewaschen, bis die Waschflüssigkeit Lacmuspapier nicht mehr röthet. Nunmehr lässt man das Fett vollständig erstarren, saugt das Wasser möglichst vollständig ab und trocknet im Vacuum über Schwefelsäure. Von den in dieser Weise mit Essigsäureanhydrid behandelten Fettsäuren bringt man in ein gewogenes Erlenmeyer'sches Kölbchen 2—3 g, löst in säure- und fuselfreiem Weingeist, setzt Phenophtaleïn hinzu und titrirt natürlich ohne zu erwärmen mit $^1/_2$ Normallauge bis zur Rothfärbung (Acetylsäurezahl), dann fügt man einen Ueberschuss von 20 ccm derselben Lauge hinzu, erwärmt auf dem Wasserbade zum schwachen Sieden und titrirt mit $^1/_2$ Normalsalzsäure zurück (Acetylzahl).

Nach den Untersuchungen von Benedict und Ulzer haben die meisten pflanzlichen Oele (Hanföl, Leinöl, Olivenöl) niedrige Acetylzahlen, die zwischen 3,4 und 8,5 liegen. Eine hohe Acetylzahl, die höher als 10 ist, haben Mohnöl 13,1, Cottonöl 16,6 und vor allem Ricinusöl 153,4.

Die Acetylsäurezahl ist bei den Pflanzenfetten relativ hoch 193,3—196,6, nur beim Ricinusöl 142,8. Es macht dies wahrscheinlich, dass die Acetylzahl in letzterem durch die Anwesenheit von Alkoholen bedingt ist. Nach E. Salkowski enthalten die vegetabilischen Oele, mit Ausnahme des Olivenöls, beträchtliche Mengen Phytosterin.

Für thierische Fette finden wir folgende Angaben über die Acetylzahl:

Butter	9,6 18,2.		
Reh	12,0	Fuchs	43,1
Gemse	7,5	Hauskatze	10,0
Edelhirsch	16,4	Wildkatze	19,5
Hase	34,8	Hund	10,7
Zahmes Kaninchen	31,0	Huhn	45,2
Wildes Kaninchen	41,7	Gans	27,0
Pferd	6,64 13,74	Wildschwein	29,3
		Dachs	13,1

Diese Zahlen sind vielfach auffallend hoch. Wären sie richtig, so würden sie auf einen nicht unbeträchtlichen Gehalt der Fette an Oxyfettsäuren oder Alkoholen (Cholesterin) hindeuten.

Für das Hundefett wurden nach Fütterung mit Eiweiss und Kohlehydraten folgende Zahlen gefunden:

		Acetylsäurezahl	Acetylzahl
Hund I.	Unterhautfett	206,0	5,1
Hund II.	Darmfett	205,7	8,4
Hund IV.	Unterhautfett	205,6	3,0

Von dem oben erwähnten mit Hammelfett gefütterten Hunde hatte das Nierenfett die Acetylsäurezahl 204,7 und die Acetylzahl 3,4.

Von dem mit Cocosbutter gefütterten Hunde hatte das Fett des Omentums die Acetylsäurezahl 243,8 und die Acetylzahl 12,0.

Die Cocosbutter hatte die Acetylsäurezahl 242,5 und die Acetylzahl 4,0.

Erwähnen will ich auch den von uns für Rindermark gefundenen Werth:

Acetylsäurezahl 201,0, Acetylzahl 9,0.

Die Werthe für die Acetylzahlen sind bei den von uns untersuchten Fetten des Fettgewebes vom Hunde so niedrig, dass bisher nicht mit Sicherheit zu sagen ist, ob sie durch die Unvollkommenheit der Methode bedingt sind oder auf die Anwesenheit von geringen Mengen Oxyfettsäuren oder Alkoholen (Cholesterin) hinweisen.

Bei der Untersuchung des Fettes von Hund IV gelang es nicht, in demselben Cholesterin aufzufinden.

Stellen wir nunmehr die Resultate der im Vorhergehenden mitgetheilten Versuchen zusammen, so ergeben sich für das Fett, welches sich in den Fettdepots des Hundes nach Fütterung mit Eiweiss, möglichst geringen Mengen von Fett und grossen Mengen von Kohlehydraten ansammelt, folgende Werthe:

Hund		Schmelzpunkt der Fettsäuren	Acidität	Reichert-Meissl	Jodzahl	Verseifungszahl	Acetylsäurezahl	Acetylzabl
I.	Unterhautfett	33,5—36	1,01	0,8	63,9	198,0	206,0	5,1
	Darmfett	33,5—36,5	2,51	1,25	60,3	190,2	—	—
II.	Unterhautfett	—	0,36	0,84	66,5	197,0	205,7	8,4
	Darmfett	—	0,17	1,10	66,3	193,9	—	—
III.	Unterhautfett	—	1,98	—	63,3	—	—	—
	Darmfett	—	1,56	0,68	65,2	194,4	—	—
IV.	Unterhautfett	33,5—37,0	—	—	—	197,6	205,6	3,0
	Darmfett	—	—	1,65	72,8	197,3	—	—

Alle diese Werthe liegen innerhalb von Grössen, wie sie auch sonst für thierische Fette gefunden werden. Die Fette bestehen fast ausschliesslich aus den Triglyceriden der Palmitin-, Stearin- und Oelsäure, sie enthalten dieselben in den gleichen Verhältnissen wie andere thierische Fette.

Von besonderer Wichtigkeit scheint mir der Nachweis, dass in den Fetten nach Kohlehydratfütterung weder Oxyfettsäuren, noch Alkohole der Fettreihe in wesentlichen Mengen enthalten sind.

Die Bildung der Fette aus Kohlehydraten setzt eine Reduction der in letzteren enthaltenen OH-Gruppen voraus. Es wäre ja nicht unmöglich gewesen, dass dieser Reductionsprocess ein unvollkommener im Organismus wäre. Man hätte dann Zwischenproducte zwischen Fetten und Kohlenhydraten finden können, die ein Licht auf den so interessanten Vorgang der Bildung von Kohlehydraten aus Fett hätten werfen können. Die mitgetheilten Untersuchungen aber zeigen, dass in den Fettdepots, wenn man so sagen darf, nur fertig gebildetes Fett zur Ablagerung gelangt.

B) Ueber das Fett der Leber.

Bekanntlich kann die Leber ähnlich wie das Unterhautfettgewebe als Ablagerungsstätte für das Fett der Nahrung dienen.

Auch bei Mästung mit Kohlehydraten — ich erinnere nur an die Stopfleber der Gänse — setzen sich häufig Fette in mitunter erstaunlicher Menge in der Leber an. Wie weit dieselben aus den Kohlehydraten der Nahrung, wie weit aus dem gleichzeitig mit den Kohlehydraten gefütterten Fette stammen, lässt sich jedoch bisher nicht sagen.

Die Mengen Fett (Ligroinextract), die wir bei den oben erwähnten und einigen noch später anzuführenden Versuchen in der Leber der Hunde nach Fütterung mit Eiweiss und Kohlehydraten fanden, waren auffallend gering.

Es betrug

	der Ligroinextract in 100 g trockner Leber	in der ganzen Leber	pro Kilothier	der Stickstoff in 100 g trockn. fettfr. Substanz der Leber
Hund I	7,66	4,5	0,69	13,26
Hund II	4,89	2,9	0,50	10,54
Hund III	4,66	3,8	0,79	7,99
Hund IV	5,19	3,3	0,73	6,57
Hund V	8,72	2,1	0,64	10,07
Hund VI	6,56	1,6	0,44	12,37
Hund VII	4,95	4,8	0,48	8,77
Hund IX	7,0	10,5	0,7	11,43

Diese Fettmengen sind nicht grösser, als sie G. Rosenfeld nach lang andauerndem Hungern fand. Er gibt in einer vorläufigen Mittheilung über Fettwanderung (Verhandlung des Congresses für innere Medicin zu Wiesbaden) an, dass die Leber des Hundes, auch wenn das Körpergewicht unter dem Einfluss eines langdauernden Hungers um 35% abgenommen hat, noch immer 10% Fett enthielt.

Sie sind auch nicht grösser, als wir sie in anderen Organen fanden. In Milz und Nieren waren folgende Fettmengen enthalten:

Milz.

Hund	Ligroinextract in 100 Theil. Trockensubstanz	Stickstoff in 100 Theil. fettfr. Trockensubstanz
V	9,97	13,49
VII	9,92	14,41
VIII	10,76	15,15
IX	13,73	17,06

Niere.

Hund	Ligroinextract in 100 Theil. Trockensubstanz	Stickstoff in 100 Theil. fettfr. Trockensubstanz
VIII	12,09	16,32
IV	16,8	12,8

Die auf fettfreie Trockensubstanz berechneten Fettmengen erscheinen in der Leber sogar geringer als in anderen Organen. Wie die Stickstoffzahlen aber zeigen, beruht dies darauf, dass in die Lebersubstanz in grösserer Menge stickstofffreie Substanzen, in erster Linie Glykogen eingelagert ist.

Untersucht man diese Fette, so zeigen sie wesentliche Unterschiede gegenüber dem Fett des Fettgewebes. Nach den Beobachtungen von G. Rosenfeld hat das Leberfett einen niedrigeren Schmelzpunkt als das Fett des Fettgewebes. Man erkennt dies häufig schon an der geringeren Consistenz.

G. Rosenfeld fand bei Hunden, die er mit Hammelfett gefüttert hatte, folgende Schmelzpunkte:

	A	B
Fett des Omentum	52° C.	51—52° C.
Unterhautfettgewebe	48° C.	51° C.
Leber	40° C.	35° C.

Es zeigen ferner, wie ebenfalls schon von G. Rosenfeld beobachtet wurde, die Jodzahlen der Leberfette erheblich höhere Werthe.

Jodzahl.

	A	B
Omentum	41—42	44,5
Unterhautfettgewebe	47	—
Leber	83	75,4

Ganz analog waren die Resultate, die ich bei der Untersuchung der Leberfette erhielt. Auch in meinen Versuchen hatten sie eine geringere Consistenz als die des Fettgewebes. Die Bestimmung des Schmelzpunktes war, besonders wegen der starken Färbung der Leberextracte, nicht ausführbar.

Auch die Jodzahlen des Leberextractes waren stets höher als die des Fettes aus dem Fettgewebe.

Jodzahl.

Hund	Leberfett	Unterhautfett	Darmfett
I	87,7	63,94	60,3
II	89,9	66,5	66,3
III	84,2	63,3	65,2

Der Grund für diese Erscheinung konnte ein doppelter sein; die Erhöhung der Jodzahl konnte darauf beruhen, dass der Ligroinextract der Leber im Verhältniss zur Palmitin- und Stearinsäure mehr Oelsäure enthielt als das Fett des Fettgewebes, oder dass in ihm neben der Oelsäure noch andere jodbindende Substanzen enthalten waren. Hierbei war in erster Linie an Cholesterin zu denken. Es wurden mit Rücksicht hierauf auch von den Leberextracten die Acetylsäurezahlen und Acetylzahlen bestimmt.

Es ergab sich:

Ligroinextract der Leber.

Hund	Acetylsäurezahl	Acetylzahl
III	163,3	33,9
VII	130,4	33,4
VIII	107,6	50,9
IX	136,0	45,6

Die Acetylzahlen sind hoch, die Werthe für die Acetylsäurezahlen niedrig, d. h. in dem Ligroinextract ist ein Alkohol enthalten. Es liess sich leicht nachweisen, dass dieser Alkohol jedenfalls der Hauptmenge nach Cholesterin war. Der Aetherextract wurde verseift und aus der Seife mit Aether das Cholesterin ausgeschüttelt.

In anderen Fällen (besonders beim Blut s. u.) wurde zur directen Bestimmung des Cholesterins, um die Emulsionsbildung zu vermeiden, in anderer Weise verfahren: Die Fette wurden verseift und mit $^1/_2$ Normalsalzsäure genau neutralisirt. Die Seifen wurden völlig zur Trockne verdampft, dann in heissem Aceton gelöst. Beim Erkalten schieden sich die Seifen wieder aus, während das Cholesterin im Aceton gelöst blieb. Die Seifen wurden abgesaugt, das Aceton verdunstet, der Acetonrückstand mit Petroleumäther ausgekocht, filtrirt, verdunstet und der Petroleumrückstand mit Aether, der durch Destillation über Natrium von etwaigen Säuren und Wasser befreit war, aufgenommen. Durch Umkrystallisiren aus Aetheralkohol liess sich das Cholesterin leicht völlig rein darstellen. Der Ligroinextract der Leber von Hund VI lieferte 19 % Cholesterin.

Berechnet man aus den Acetylzahlen die Mengen des Cholesterin, so enthielte der

Ligroinextract der Leber

bei Hund III	23,3 %	Cholesterin.
„ Hund VII	23,3 %	„
„ Hund VIII	34,9 %	„
„ Hund IX	31,4 %	„

Auch die Ligroinextracte von Milz und Niere enthielten verhältnissmässig viel Cholesterin.

Es wurde gefunden

im Milzfett von Hund VII	13,0 %	Cholesterin
„ „ „ „ VIII	21,0 %	„
„ Nierenfett „ „ VIII	22,0 %	„

C) Ueber das Fett des Blutes.

Die Thatsache, dass die Mengen des Fettes in der Leber bei Fütterung mit Eiweiss und Kohlehydraten selbst unter Bedingungen, unter denen eine unzweifelhafte Mästung stattfand, so ausserordentlich gering waren, wird noch auffallender, wenn man diese Mengen mit den im Blute enthaltenen vergleicht.

Um uns eine Vorstellung von der Menge des im Blute enthaltenen Fettes zu machen, verfuhren wir folgendermaassen: das Blut wurde in dem mehrfachen Volumen Alkohol aufgefangen. Nach 24 Stunden wurde der Niederschlag abgesaugt und dreimal mit Alkohol ausgekocht, indem der Niederschlag vor jedem Auskochen aus dem Trichter herausgenommen und zerrieben wurde. Aus den vereinigten Alkoholextracten wurde der Alkohol zuerst abdestillirt, dann auf dem Wasserbade vorsichtig verdunstet. Der Rückstand wurde mit Petroleumäther aufgenommen. Der Petroleumäther wurde verdunstet und über Schwefelsäure stehen gelassen. Der Rückstand wird von Neuem in Petroleumäther gelöst. Die Lösung wird, wenn nöthig, nachdem sie einen Tag lang gestanden hatte, filtrirt, verdunstet, der Rückstand getrocknet und gewogen.

Es wurden so folgende Mengen Fett erhalten: Hund IV 1,15 %, VI 1,14 %, VII 0,96 %, VIII 0,936 %, IX 0,907 %.

Nimmt man die Blutmenge zu $^1/_{13}$ des Körpergewichts an, so würden die Fettmengen in der Gesammtmenge des Blutes sein bei Hund IV 5,1 g, VI 3,2 g, VII 7,3 g, VIII 7,2 g, IX 10,4 g.

Man sieht, dass die im Blute enthaltenen Fettmengen bei Fütterung mit Eiweiss und Kohlehydraten nicht nur gleich, sondern unter Umständen sogar viel grösser als die in der Leber enthaltenen sein können.

Es ergab sich ferner, dass die Acetylsäurezahlen des Blutfettes im Durchschnitt bei weitem niedriger und die Acetylzahlen im Durchschnitt erheblich höher sind, als die des Leberfettes.

	Blutfett.	
Hund	Acetylsäurezahl	Acetylzahl
VII	102,3	84,7
VIII	107,2	79,7
IV	114,2	89,3

Unter der Annahme, dass die Acetylzahl nur durch die Anwesenheit von Cholesterin bedingt ist, würde der Ligroinextract des Gesammtblutes enthalten haben bei

Hund IV	61,3 %	Cholesterin.
Hund VII	58,2 %	„
Hund VIII	54,9 %	„

Nach den Untersuchungen von C. Hürthle[1]) enthält das Blut neben geringen Mengen Palmitinsäurecholesterinester vorwiegend Oel-

1) Zeitschr. f. physiol. Chemie Bd. 21 S. 331. 1896.

säurecholesterinester. Der letztere enthält 58,5 % Cholesterin. Es könnte also im Gesammtblut alles Cholesterin esterartig gebunden sein, es ist aber natürlich auch eben so gut möglich, dass im Blut neben freiem Cholesterin noch die Triglyceride der Fettsäuren enthalten sind, ebenso wie noch weiterhin zu untersuchen ist, ob sich im Blut, in der Leber und anderen Organen neben dem Cholesterin noch andere Körper mit OH-Gruppen finden. —

Die hohen Werthe, die wir für den Ligroinextract des Blutes bei Hunden gefunden hatten, die unter fast vollkommenem Ausschluss von Fett mit Eiweiss und Kohlehydraten gefüttert worden waren, veranlassten uns, zu untersuchen, welchen Einfluss die Nahrung auf die Menge der im Ligroin löslichen Substanzen des Blutes hat.

Zu diesen Versuchen dienten grosse Hunde. An jedem wurden drei Versuche angestellt. Nach vorangegangenem Hunger erhielt der Hund an drei auf einander folgenden Tagen eine bestimmte Kost, am dritten wurde mehrere Stunden nach der Nahrungsaufnahme ohne Narkose eine Blutentziehung aus einem Seitenaste der art. femoralis gemacht. Dann folgte eine zweite kurze Fütterungsperiode, wenn nöthig nach Einschaltung einiger Hungertage. Die zweite Blutentziehung wurde aus dem Seitenaste der anderen femoralis gemacht. Hieran schloss sich eine dritte Periode, an deren Ende zuerst eine Probe zur Fettbestimmung aus der einen femoralis aufgefangen und schliesslich die Hauptmenge des Blutes zur weiteren Untersuchung gesammelt wurde. Die quantitative Bestimmung des Fettes geschah in der oben beschriebenen Weise.

Hund VII.

Datum 1896	Gewicht in Gramm	Ernährung
26. bis 30. Juni	—	hungert.
1. Juli	10 200	150 g Caseïn, 10 g Cas. natr., 50 g Fleisch.
2. „	10 300	150 g „ 10 g „ „ 50 g „ + 1 g Salzgemisch.
3. „	10 850	150 g „ 10 g „ „ 50 g „ + 1 g „ 3 Uhr 15 Min. Nachmittag Blutentnahme A. 50 g in 275 ccm Alkohol.
4. „	—	früh 100 g Stärke, 150 g Caseïn, 10 g Cas. natr., 50 g Fleisch, 1 g Salzgemisch.
5. „	—	abends 100 g Stärke, 150 g Caseïn, 10 g Cas. natr., 100 g Fleisch, 1 g Salzgemische.

Hund VII (Fortsetzung).

Datum 1896	Gewicht in Gramm	Ernährung
6. Juli	—	früh 9 Uhr 100 g Stärke, 75 g Casein, 10 g Cas. natr., 100 g Fleisch, 1 g Salzgemische.
		3 Uhr 50 Min. Nachmittags Blutentnahme B. 56 g.
6.–8. „	—	hungert.
9. „	—	abends 7 Uhr 15 Min. 100 g Traubenzucker, 500 g Fleisch.
10. „	—	früh 8 Uhr 100 g „ 500 g „
	9 970	3 Uhr Nachm. getödtet, Blutentnahme C. 54 g — 410 g.

Hund VIII.

Datum 1896	Gewicht in Gramm	Ernährung
4.–13. Juli		hungert.
13. Juli		Früh Blutentnahme A. 50 g.
14. „		abends 7 Uhr 500 g Fleisch.
15. „		früh 8 Uhr 30 Min. 600 g Fleisch.
16. „		früh 8 Uhr 30 Min 600 g „
	9 990	Blutentnahme B. 61 g.
17.–21. Juli		hungert.
22. Juli		600 g Fleisch, 100 g Dextrose.
23. „		300 g „ 75 g „
		Der Hund wurde in der vierten Verdauungsstunde getödtet. Blutentnahme C. 57 g.

Im Mesenterium fand sich kein Fett, ebenso im Unterhautzellgewebe. Die Leber war eine Glykogenleber, wog 393 g (142 g trocken), Milz 14 g (trocken 3 g), Nieren 54 g (trocken 13 g).

Hund IX.

Datum 1896	Gewicht in Gramm	Ernährung
15.–21. Juli	—	hungert.
		Blutentnahme A. 97 g.
22. Juli	15 700	775 g Fleisch.
23. „	—	900 g Fleisch, 200 g Reisstärke.
24. „	—	900 g „ 200 g „
		Blutentnahme B. 105 g.
25.–28. Juli	—	hungert.
29. „	15 050	1000 g Fleisch.
		Blutentnahme C. 120 g.

Die Leber wog 530 g, Nieren 86 g, Milz 30 g. Die Bestimmung von Blut C verunglückte.

Das wesentliche Resultat zeigt folgende Tabelle:

Einfluss der Ernährung auf den Ligroinextract des Blutes.

Hund	Art der Fütterung	Gewicht des Ligroin-extractes in Gramm	Ligroin-extract in %	Gewicht der entnommenen Blutmenge in Gramm
VII	Caseïn und Fleisch	0,3796	0,759	50,0
	Stärke, Caseïn und Fleisch	0.4631	0,827	56,0
	Traubenzucker und Fleisch	0,5187	0,961	54,0
VIII	Hunger	0,4159	0,831	50,0
	Fleisch	0,5144	0,843	61.0
	Traubenzucker und Fleisch	0,5336	0,936	57,0
IX	Hunger	0,7887	0,813	97,0
	Stärke und Fleisch	0,9527	0,907	105,0

Aus derselben scheint hervorzugehen, dass bei Fütterung mit Eiweiss und Kohlehydraten die Menge des Ligroinextractes im Blute zunimmt. Es müssen aber noch mehr Versuche nach dieser Richtung hin angestellt werden, ehe man ein endgültiges Urtheil abgeben kann.

Anhang.

Ente I.

Datum 1896	Gewicht in Gramm	Ernährung
6. Mai	2150	
9. „	1950	Hunger.
10. „	—	
11. „	1825	
12. „	1750	6 g Cas. natr., 2 g Knochenkohle, 1-2 g „Fleischsalze“ [1])
13. „	1700	
14. „	1660	
15. „	1610	15 g Caseïn, 5 g Cas. natr., 20 g Traubenzucker, 1 g Knochenkohle, 0,5 g Salze.
16. „	1520	150 g Schrotmehl mit Wasser angefeuchtet.
17. „	1480	150 g „ „ „ „

1) J. Munk, Virch. Arch. 132 S. 102 Anm.

Ente I (Fortsetzung).

Datum 1896	Gewicht in Gramm	Ernährung
18. Mai	1660	100 g Schrotmehl.
19. „	1710	100 g „
20. „	1750	90 g „
21. „	1670	90 g „ 25 g Reisstärke.
22. „	1600	90 g „ 25 g „
23. „	1680	90 g „ 25 g „
24. „	1700	90 g „ 25 g „
25. „	1770	90 g „ 25 g „
26. „	1830	90 g „ 25 g „
27. „	1830	90 g „ 35 g „
28. „	1800	90 g „ 35 g „
29. „	1860	100 g entfettetes Schrotmehl, 35 g Reisstärke.
30. „	1880	100 g „ „ 35 g „
31. „	1990	Hunger.
1. Juni	1720	
2. „	—	
3. „	1550	
4. „	1530	
5. „	1490	100 g entfettetes Schrotmehl, 35 g Reisstärke.
6. „	1620	100 g „ „ 35 g „
7. „	1670	100 g „ „ 35 g „
8. „	1820	100 g „ „ 35 g „
9. „	1800	100 g „ „ 35 g „
10. „	1750	125 g „ „ 25 g „
11. „	1790	125 g „ „ 25 g „
12. „	1800	125 g „ „ 25 g „
13. „	1850	125 g „ „ 25 g „
14. „	1850	150 g „ „ 25 g „
15. „	1870	150 g „ „ 25 g „
16. „	1920	150 g „ „ 35 g „
17. „	2010	150 g „ „ 35 g „
18. „	2050	150 g „ „ 35 g „
19. „	1990	Geschlachtet.

In einer Vorperiode wurde bei diesem Thiere, einem kräftigen, schwarzen Enterich, zuerst festgestellt, ob gewöhnliches, käufliches, nicht entfettetes Schrotmehl ein für Enten geeignetes Futter ist. Dies schien der Fall zu sein; denn nach der sehr bedeutenden Gewichtsabnahme von 31,1 % stieg das Körpergewicht sehr bald bei Darreichung des Schrotmehls. Da auch entfettetes Schrotmehl gut vertragen wurde, liessen wir die Ente wieder hungern und gaben nun, allmälig steigend, so grosse Mengen von entfettetem Schrotmehl und Reisstärke, als überhaupt aufgenommen wurden. Dabei verliess ein grosser Theil der Nahrung den Körper ungenutzt. Als sich eine weitere Gewichts-

zunahme nicht erzielen liess, im Gegentheil in Folge der Ueberfütterung Verdauungsstörungen aufzutreten begannen, wurde das Thier geschlachtet.

Im Unterhautbindegewebe fand sich eine an sich geringe Menge Fett, die uns besonders gering erschien im Verhältniss zu der doch erheblichen Gewichtszunahme.

Das Mesenterium war nahezu fettfrei; es enthielt nur spärliche Fettflöckchen. Zwischen Ventrikel und Vorhof war eine dünne, schwache Fettleiste. Die Leber hatte das Aussehen einer Glykogenleber. Die Chylusgefässe im Mesenterium erschienen fettfrei.

Das gewonnene Fett war auffallend gelb und fest; es hatte die verhältnissmässig niedrige Jodzahl 53,4.

Ente II.

Datum 1896	Gewicht in Gramm	Ernährung
10. Juni	2400	Hunger.
17. „	1850	
18. „	1790	25 g Caseïn, 1 g Heuasche, 50 g Reisstärke.
19. „	1810	25 g „ 0,5 g „ 100 g „
20. „	1860	150 g entfett. Schrotmehl, 25 g Reisstärke.
21. „	1950	150 g „ „ 25 g „
22. „	1950	150 g „ „ 25 g „
23. „	2000	100 g „ „ 25 g „ 10 g Caseïn.
24. „	2020	100 g „ „ 25 g „ 10 g „ 10 g Fruchtzuck.
25. „	1970	100 g „ „ 25 g „ 10 g „ 10 g „
26. „	2040	100 g „ „ 25 g „ 10 g „ 10 g „
27. „	2040	125 g „ „ 25 g „ 10 g „ 10 g „
28. „	2240	125 g „ „ 25 g „ 10 g „ 10 g „
29. „	2130	125 g „ „ 25 g „ 10 g „ 10 g „
30. „	—	125 g „ „ 25 g „ 10 g „ 10 g „
1. Juli	—	125 g „ „ 25 g „ 10 g „ 20 g „
2. „	2130	125 g „ „ 25 g „ 10 g „ 20 g „
3. „	2160	125 g „ „ 25 g „ 10 g „ 20 g „
4. „	2140	150 g „ „ 25 g „ 10 g „ 30 g „
5. „	2210	150 g „ „ 25 g „ 10 g „ 30 g „
6. „	2220	150 g „ „ 25 g „ 10 g „ 30 g „
7. „	2260	150 g „ „ 25 g „ 10 g „ 30 g „
8. „	2290	150 g „ „ 25 g „ 10 g „ 30 g „
9. „	2250	150 g „ „ 25 g „ 10 g „ 30 g „
10. „	2410	150 g „ „ 25 g „ 10 g „ 30 g „
11. „	2300	150 g „ „ 25 g „ 10 g „ 30 g „
12. „	—	150 g „ „ 25 g „ 10 g „ 30 g „
13. „	2430	150 g „ „ 25 g „ 10 g „ 30 g „
14. „	2370	Geschlachtet.

Leber wiegt frisch 52 g, braun, scharfe Ränder, lufttrocken: 16 g.

Bei diesem Thiere, einer weissen Ente, wurde die Nahrungszufuhr noch weiter gesteigert, indem neben dem entfetteten Schrotmehl und Reis noch recht beträchtliche Mengen des leicht resorbirbaren Caseïns und des invertirten Rohrzuckers verabreicht wurden. Es wurde hierbei das Gewicht, welches das Thier vor Beginn des Versuches — also bei Darreichung eines normalen Futters besessen hatte — erreicht. Es wurde geschlachtet, als eine weitere Gewichtszunahme nicht eintrat. Auch hier war keine Mästung eingetreten. Die Mengen des abgelagerten Fettes waren nur gering.

Hund V.

Datum 1896	Gewicht in Gramm	Ernährung
26. Juni	3670	hungert.
29. „	3520	50 g Fleisch.
30. „	3540	hungert.
1. Juli	3500	50 g Fleisch.
2. „	3440	50 g „
3. „	3410	hungert.
4. „	3330	50 g Fleisch. Mannosesyrup ausgebrochen.
5. „	3320	50 g „
6. „	3340	20 g Traubenzucker, 50 g Fleisch.
7. „	3250	40 g „ 50 g „

Der Hund wird in Morphiumchloroformnarkose aus der Carotis verblutet, das Blut in Alkohol aufgefangen.

Das Blut enthält 0,679% Ligroinextract.

Hund VI.

Datum 1896	Gewicht in Gramm	Ernährung
26. Juni	4230	hungert.
29. „	4150	50 g Fleisch.
30. „	4010	hungert.
1. Juli	3870	„
2. „	3710	„
3. „	3650	50 g Fleisch, 20 g Galaktose
4. „	—	50 g „ 20 g „

Der Harn des Hundes reducirte stark und drehte die Ebene des polarisirten Lichtes nach rechts [+ 5° 24′].

Beim Erhitzen mit essigsaurem Phenylhydrazin scheidet sich ein Osazon ab, das ähnlich dem Maltosazon in langen, schmalen Tafeln krystallisirt, die theils gekreuzt, theils sternförmig angeordnet sind. Es wird also anscheinend ein nicht unbeträchtlicher Theil der gefütterten Galaktose unverändert ausgeschieden.

Der Ligroinextract des Blutes beträgt 1,01%.

Aus dem in Ligroin unlöslichen Theile des Alkoholextractes des Blutes scheidet sich beim Erhitzen mit essigsaurem Phenylhydrazin beim Erkalten ein Niederschlag ab, der sich beim Erwärmen wieder löst. Er besteht aus Sternen oder Garben, deren Nadeln unter symmetrischen spitzen Winkeln angeordnet sind (Galaktosazon?).

Lebenslauf.

Ich, Friedrich Wilhelm Lummert, evangelisch, Sohn des verstorbenen Pastors Lummert und dessen ebenfalls verstorbenen Gemahlin Rudolfine geb. Müller, wurde am 7. November 1870 zu Striegau geboren. Meine Schulbildung genoss ich auf dem St. Maria-Magdalenen-Gymnasium zu Breslau und dem Kgl. Gymnasium zu Strehlen, das ich Michaeli 1891 mit dem Zeugniss der Reife verliess, um mich in Breslau dem Studium der Medicin zuzuwenden. Im Juli 1893 bestand ich das Tentamen physicum, im April 1897 beendete ich das Staatsexamen, im Mai 1897 legte ich das Rigorosum ab.

Während meiner Studienzeit besuchte ich die Vorlesungen, Kliniken und Curse folgender Herren: Barth, Born, Chun, Czerny, Filehne, Flügge, Förster, Fraenkel, Geppert, Groenouw, Hasse, Heidenhain †, Hürthle, Kast, Kaufmann, Keilmann, Kümmel, Küstner, Ladenburg, Mester †, O. E. Meyer, Mikulicz, Neisser, Partsch, Pfannenstiel, Ponfick, Röhmann, Schäffer, Stern, Tietze, Weintraud, Wernicke, Wiener.

Allen diesen meinen verehrten Lehrern fühle ich mich zu grossem Dank verpflichtet.

Von Mitte März bis Mitte October 1897 war ich Volontärarzt bei Herrn Prof. Dr. Partsch im Conventhospital der Barmherzigen Brüder zu Breslau mit einer achtwöchentlichen Unterbrechung, die ich zu Vertretungen benützte. Von Anfang November 1897 bin ich Volontärarzt in der Kgl. Universitäts-Klinik für Nasen-, Ohren- und Kehlkopfkrankheiten bei Herrn Privatdocent Dr. W. Kümmel.

Thesen.

I. Es gibt keinen sicheren Beweis für eine Bildung von Fett aus Eiweiss.

II. Der Tod des Diabetikers tritt in vielen Fällen desshalb ein, weil der Diabetiker in Folge des Fortfalls der Pankreasverdauung im Darm nicht im Stande ist, sich ausreichend zu ernähren.

III. Die Kuhmilch ist der beste Ersatz für Frauenmilch.

Pierer'sche Hofbuchdruckerei Stephan Geibel & Co. in Altenburg.